MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN ACTIVIDADES DEL SECTOR AGROPECUARIO PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL GOLFO DE URABÁ

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

CORPOURABA
Desde el páramo hasta el mar

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS EN ACTIVIDADES DEL SECTOR AGROPECUARIO PARA PREVENIR LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL GOLFO DE URABÁ

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

CORPOURABA
Desde el páramo hasta el mar

Manual de buenas prácticas en actividades del sector agropecuario para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas en el Golfo de Urabá

CORPOURABA

Vanessa Paredes Zúñiga
Directora General

Kelis Maleibis Hinestroza Mena
Subdirectora de Gestión y Administración Ambiental

Pedro Pablo Villegas Yepes
Profesional Especializado
Subdirección de Gestión y Administración Ambiental

Universidad de Antioquia

Jesús Francisco Vargas Bonilla
Decano Facultad de Ingeniería

Teresita Betancur Vargas
Dirección del proyecto

Juan Carlos Dávila Betancurth
Ingeniero Agrónomo, Magíster en Ciencias Agrarias

Juliana Ossa Valencia
Ingeniera Ambiental, Magíster en Ingeniería Ambiental

Andrés Felipe Tapias Gutiérrez
Auxiliar de Ingeniería

Javier Gustavo López Sánchez
Andrés Felipe García Zapata
Ingri Marcela Ramos Hernández
Jeins Jainer Piedrahita Cano
Equipo Investigador, sede de Estudios Ecológicos y Agroambientales

Maritza Moncada Velásquez
Edición de textos

Creatycs.com
Diseño y producción

ISBN: 978-958-5596-16-0
Primera edición: Octubre de 2019

Agradecimientos:
Se agradece a las siguientes entidades que suministraron información solicitada para este proyecto: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, Secretarías de Agricultura y Medio Ambiente de los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo, empresas agrícolas y AUGURA. De manera especial se agradece a los agricultores que permitieron el ingreso a sus predios y suministraron información para la caracterización de los sistemas productivos.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción ---- 4
2. Modelo hidrogeológico del Golfo de Urabá ---- 6
3. Actividad agrícola y pecuaria ---- 8
4. Sistemas productivos agropecuarios en los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo ---- 10
5. Glosario ---- 14
6. Medidas para evitar la contaminación del acuífero por labores de mecanización en la preparación de los suelos ---- 16
7. Medidas para evitar la contaminación del acuífero por construcción y manejo de canales de drenaje ---- 18
8. Medidas para evitar la contaminación del acuífero por aplicación de agua mediante sistemas de riego ---- 20
9. Medidas para evitar la contaminación del acuífero por aplicación de fertilizantes ---- 22
10. Medidas para evitar la contaminación del acuífero por aplicación de plaguicidas ---- 24
11. Medidas para evitar la contaminación del acuífero por vertimientos de aguas residuales originados en procesos de poscosecha ---- 26
12. Medidas para evitar la contaminación del acuífero por disposición de residuos contaminados ---- 28
13. Medidas para evitar la contaminación del acuífero por disposición de excretas animales ---- 30
14. Reflexión final ---- 32
15. Referencias ---- 33

1 INTRODUCCIÓN

En el territorio del Urabá antioqueño, cerca al Golfo, entre la margen derecha del río León y hasta la Serranía de Abibe se enmarca un dominio espacial, dentro del cual la dinámica del ciclo hidrológico le imprime al agua rutas de flujo que trascienden al ambiente subterráneo y que recorren, entre poros, dimensiones que involucran escalas de tiempo que se cuentan en miles de años. La noción de renovabilidad aplicada al agua almacenada en los acuíferos debe conjugar, además del principio de conservación de la masa, elementos como la población, el uso, la demanda, los ecosistemas vinculados y dependientes, la recarga, la variabilidad del clima, el cambio ambiental, el tiempo de residencia, en fin, la integralidad del ciclo hidrológico.

La Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), integra a dicha gestión, las cuencas, los acuíferos o los sistemas hídricos interconectados, reconociendo la importancia de las aguas subterráneas para el soporte de los ecosistemas superficiales y subterráneos y para las comunidades que de ella se abastecen.

Partiendo de este contexto, durante el año 2015 la Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá –CORPOURABA–, en convenio con la Universidad de Antioquia, formuló el Plan de Manejo Ambiental de Acuífero –PMAA– del sistema hidrogeológico del Golfo de Urabá, este posteriormente fue adoptado bajo la Resolución n° 100-03-20-01-1953-2016. En este plan se formularon 12 proyectos que fueron priorizados para su ejecución en un horizonte tiempo de 12 años.

De estos 12 proyectos priorizados hace parte el trabajo: *Definir medidas para la exploración y explotación de aguas subterráneas y de prevención y corrección de la contaminación derivada de actividades antrópicas.* Para cumplir con este propósito se suscribe, entre CORPOURABA y la Universidad de Antioquia, el Convenio nº 200-10-01-02-0126-2018 por medio del cual se propone efectuar la caracterización de las actividades potencialmente contaminantes, definir lineamientos y elaborar manuales de buenas prácticas para las actividades mineras, agropecuarias, comercial y de servicios, en los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo.

Las buenas prácticas son un conjunto de recomendaciones y medidas útiles que sirven para prevenir, modificar o mejorar los comportamientos que pueden llegar a generar un impacto negativo sobre el sistema natural. En el caso que nos ocupa se está haciendo referencia específica al agua subterránea (Universidad de Antioquia y CORPOURABA, 2019).

Con la elaboración de este manual de buenas prácticas para el sector agropecuario, se desarrolla una pieza comunicativa para difundir y socializar ante éste, y demás actores territoriales, un conjunto de medidas que pueden aplicar para tener actividades productivas agrícolas y pecuarias más responsables y amigables con el recurso hídrico subterráneo en la jurisdicción de CORPOURABA.

2 MODELO HIDROGEOLÓGICO DEL GOLFO DE URABÁ

1. Serranía de Abibe
2. Río León
3. Golfo de Urabá
4. Zona de humedales
5. Acuífero libre
6. Acuífero confinado multicapa
7. Basamento
8. Zona de recarga del acuífero confinado
9. Zona de recarga directa

La corteza terrestre está formada por rocas. La dimensión de esta estructura que conforma la "piel de la tierra" alcanza profundidades que pueden superar 100 kilómetros. Sin embargo, cuando pensamos en el agua que hace parte integral del ciclo hidrológico, la exploración del subsuelo rara vez trasciende más allá de 2.000 metros de profundidad. Las rocas y depósitos de estos niveles más someros de la corteza, según sus características de porosidad y permeabilidad pueden permitir, en mayor o en menor medida, el almacenamiento y el flujo de agua a través de ellas, de esta forma los materiales de la corteza constituyen unidades hidrogeológicas como acuíferos (almacenan y permiten la circulación de agua), acuitardos (almacenan agua pero el flujo es muy lento), acuícludos (almacenan el agua sin dejarla fluir) y acuífugo (no almacenan ni permiten la circulación de agua). Desde los acuíferos se extrae agua que se utiliza para satisfacer necesidades humanas. También desde ellos fluye agua a ríos y humedales, garantizando la sostenibilidad de ecosistemas acuáticos y terrestres.

En el Eje Bananero de Urabá se han identificado un acuífero libre y otro confinado, este último tiene las características de un acuífero multicapa, ya que está formado por materiales que tienen una gran variabilidad en relación con sus características de porosidad y permeabilidad. Las mayores reservas de agua subterránea se encuentran en el acuífero confinado, a él ingresa agua desde la zona de recarga localizada en el piedemonte y en la Serranía de Abibe, el flujo de agua desde allí y hacia el río León, hacia los humedales o hasta el Golfo, es muy lento pudiendo tardar miles de años. La recarga del acuífero libre se da por infiltración del agua lluvia.

3 ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y PECUARIA

Se estima que, desde hace aproximadamente 8.000 años, la agricultura ha sido el resultado de la aplicación de una serie de conocimientos adquiridos por el ser humano acerca de su entorno (Maroto, 1998). La necesidad fisiológica de la alimentación puso a las comunidades humanas en diversos escenarios naturales donde desarrollaron diferentes modos de producción agrícola exponiendo al máximo la capacidad adaptativa de la especie. Con base en lo anterior, la agricultura se define como la serie de procesos de artificialización de los ecosistemas y de los recursos naturales renovables con el fin de optimizar la calidad y cantidad del cambio de estado canalizable hacia el ser humano y su cosecha (Vélez & D´Angello, 1997).

En la actualidad, la agricultura es el mayor empleador del mundo y el sector económico más grande para muchos países (FAO, 2017). A nivel mundial se identifican múltiples modos de producción agrícola, se podría afirmar, que son tantos modos como culturas en el planeta, debido a que en el afán de adaptación al medio biofísico cada colectivo humano encontró su forma particular de producir sus alimentos, fibras, y demás requerimientos obtenidos a partir de los recursos naturales. Sin embargo, hay dos modos de alta notoriedad y predominancia a nivel global:

i) La agricultura campesina, en la cual se favorece la autosuficiencia a largo plazo, se contempla y aprovecha la biodiversidad en el interior de los cultivos, se reduce el uso de insumos tóxicos y se conservan los suelos y el agua (González et al., 2017); ésta provee entre el 70% y 80% de los alimentos básicos que demanda la población mundial, según organismos internacionales como la FAO (FAO, 2017).

ii) La agricultura industrial cuyo fin es el abastecer a los mercados globales de materias primas como también algunos alimentos básicos y transformados bajo una visión de economías de escala. Desde la perspectiva del agronegocio, la agricultura industrial se fundamenta en la maximización de la producción de biomasa para la obtención de mayores ganancias. Desde este enfoque las plantas e inclusive los animales asumen un papel de minifábricas, el suelo es el medio de soporte de las poblaciones vegetales y la biodiversidad es considerada como la principal fuente de plagas (Gliessman, 2002). Este modelo tiene su calificativo desde los años 60´s y se le ha llamado "La revolución verde" (RV) y hace parte del paradigma productivista de la agricultura. En sus inicios la RV consistió en un conjunto de tecnologías integradas por componentes materiales, como las variedades de alto rendimiento mejoradas de dos cereales básicos (arroz y trigo), el riego o el abastecimiento controlado de agua y la mejora del aprovechamiento de la humedad, los fertilizantes y plaguicidas, y las correspondientes técnicas de gestión (FAO, 1996).

En la actualidad, son evidentes los impactos negativos del modo de producción agroindustrial sobre los recursos naturales, es así como el uso intensivo de maquinaria pesada guarda estrecha relación con daños en la estructura del suelo, efecto del pie de arado y pérdida de los horizontes superficiales del suelo (erosión del suelo). En el caso de la nutrición vegetal, se aborda como un factor limitante en el corto plazo, sin importar las interacciones entre los demás componentes del subsistema suelo, de allí el incremento de la lixiviación, la acumulación de sales en el perfil, de iones y otras sustancias en las aguas que causan el proceso de eutrofización, que redundan en efectos negativos sobre la hidrología e hidrogeología regional.

En el modelo de RV, la diversidad vegetal y animal es sustituida por los esquemas monoculturales, lo cual es contraproducente para zonas tropicales donde las condiciones ecológicas favorecen la multiplicidad de especies en permanente interacción con el clima, relieve y los suelos. De este modo, se constituye un modelo de producción biomásico caracterizado por tener más recursos naturales y económicos invertidos (Gliessman, 2002). Es indudable que, en diferentes lugares del mundo, el desarrollo agrícola ha provocado la degradación de las tierras, la desertificación, la escasez de agua, la contaminación de las aguas por agroquímicos y la pérdida de agrobiodiversidad. Se cuestiona, por ejemplo, el uso indiscriminado de plaguicidas y fertilizantes de síntesis química debido a los efectos residuales en los suelos para diversos usos y en las aguas que comúnmente son utilizadas para el consumo de las poblaciones de animales y de los seres humanos. Con este breve contexto, se sintetiza la exposición de motivos para la caracterización de los sistemas productivos agropecuarios más representativos en las cercanías del Golfo de Urabá.

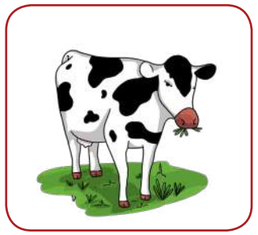
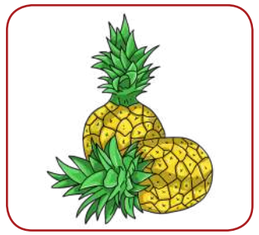
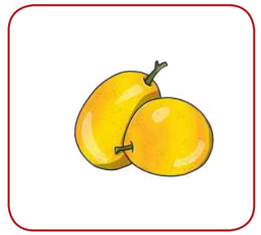
Sin lugar a duda, existen múltiples estrategias de manejo de los cultivos y de la ganadería. Se debe propender por la adopción de aquellas prácticas que se basan en el conocimiento técnico y científico del trópico húmedo. Es posible disminuir el nivel de impacto sobre los recursos suelo, agua y biodiversidad para conseguir una agricultura duradera, culturalmente aceptable, económicamente viable y ambientalmente amigable, todo ello acorde con los objetivos globales del desarrollo sostenible (ODS).

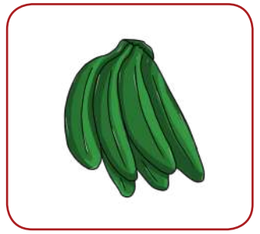
El objetivo del presente manual es presentar un conjunto de medidas, aplicables en los sistemas de producción agropecuaria más representativos, que permitan evitar o disminuir la contaminación de las aguas subterráneas para el acuífero del Golfo de Urabá.

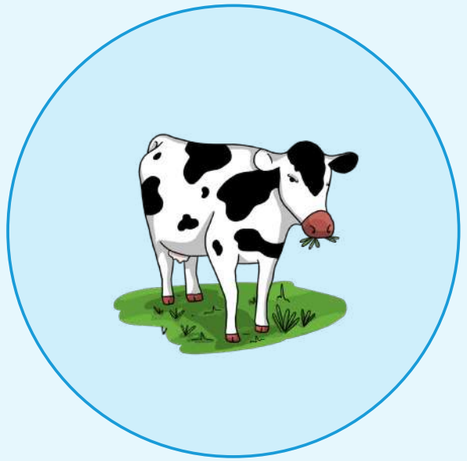
4 SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROPECUARIOS EN LOS MUNICIPIOS DE CHIGORODÓ, CAREPA, APARTADÓ Y TURBO

La economía de Urabá se caracteriza por su vínculo con la producción a gran escala de cultivos permanentes herbáceos, es el caso del banano en arreglos de monocultivo y el plátano, en algunos casos presente en cultivos asociados; también la ganadería bovina hace parte de este grupo de los sistemas productivos, con mayor ocupación de la tierra, en esta subregión de Antioquia (MADS, Fondo de Adaptación, CORPOURABA, & UT POMCA río Turbo - Currulao, 2018).

El pastoreo de ganado bovino utiliza 241.892 ha, este uso se asocia con coberturas vegetales como los pastos de corte, naturales, mejorados, forrajeros y arreglos silvopastoriles. Sin embargo, con una amplia trayectoria productiva, el cultivo del banano es hoy la cobertura vegetal más dinámica y generadora de empleo en el denominado Eje Bananero; en los municipios de Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo se reportan alrededor de 34.789 ha sembradas (AUGURA, 2017; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, 2017). En el caso del plátano se estima que la superficie cultivada equivale a 10.125 ha y los sistemas productivos se caracterizan por el tipo de productores minifundistas. Otros sistemas productivos importantes en la dinámica regional son el cacao con 5.362 ha, palma aceitera con 1.950 ha, maracuyá con 395 ha y piña con 950 ha (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, 2017).

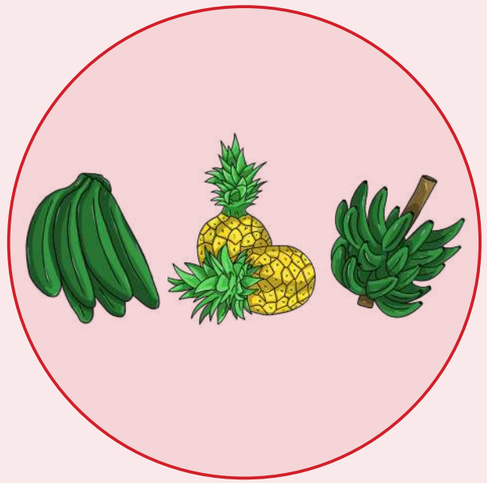




Sistema productivo de ganadería bovina

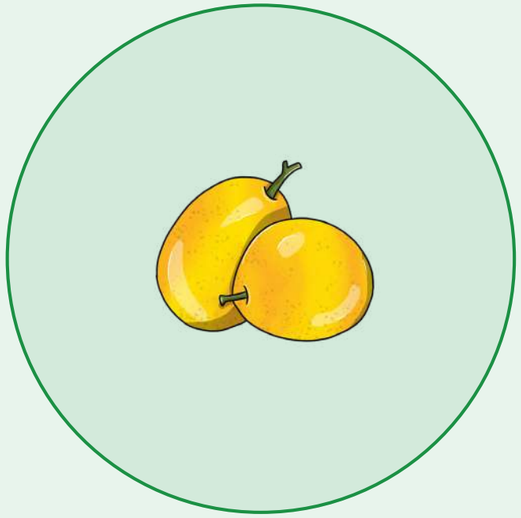
En el caso de la ganadería bovina, los terrenos fueron deforestados varias décadas atrás y se mantienen por lo general con pastos limpios, aunque también se asocia este sistema productivo con los pastos arbolados, mosaicos de pastos y cultivos, y mosaicos de pastos con espacios naturales en interacción permanente con el componente animal. Las pasturas se nutren de la fertilidad natural de los suelos aluviales de la región, en escasas ocasiones hay planes de manejo intensivo de fertilizantes en estas coberturas, las lluvias son la fuente principal de entrada de agua, por lo que rara vez se asocian con riego o extracción de agua subterránea, el manejo de la sanidad vegetal está representado en el control químico focalizado para erradicar algunas arvenses que tienen alta capacidad de propagación y que pueden ser nocivas para el ganado.

En términos paisajísticos, el establecimiento de sistemas productivos de ganadería bovina en la región, implica una modificación severa de los ecosistemas naturales como condición básica para el manejo de animales que han sido introducidos a estos ecosistemas. Pese a lo anterior, en la mayoría de las pasturas utilizadas para ganadería extensiva y semi intensiva, no presenta evidencia del acondicionamiento o la renovación de praderas. Solo en algunas fincas con manejo intensivo se identifican estos tipos de prácticas para mejorar la productividad de las pasturas, que además incluye la fertilización de las mismas.



Sistemas productivos agrícolas para exportación

Los procesos de producción agraria inician con la preparación de terrenos para la implementación de los cultivos, utilizan material vegetal adaptado a las condiciones de clima, relieve y suelos de la región, con densidades de siembra variables; se destaca la construcción de amplios sistemas de drenaje y la extracción de agua subterránea para utilizarla en algunas de las etapas de los procesos productivos, también se destaca el manejo de forma intensiva de la fertilidad del suelo, la sanidad vegetal y las actividades en poscosecha para finalmente llegar al embalaje de las frutas, para ponerlas rumbo a los mercados nacionales e internacionales en el caso del banano, plátano y piña.



Sistema productivo de Maracuyá

El sistema productivo de maracuyá se podría definir como itinerante, pues los agricultores son conscientes de que en el momento que aparezca en la región la enfermedad más limitante del cultivo (conocida con el nombre de "Secadera" y causada por el hongo *Fusarium sp*) deberán trasladar su actividad hacia otros espacios geográficos, como ha ocurrido en varios lugares de Antioquia (Jimenez, 2019). Con base a las cifras sobre las áreas, que reporta la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural Departamental, se cree que solo en el municipio de Chigorodó pueden haber establecidas 500 ha en Maracuyá (Gordon, 2019b).

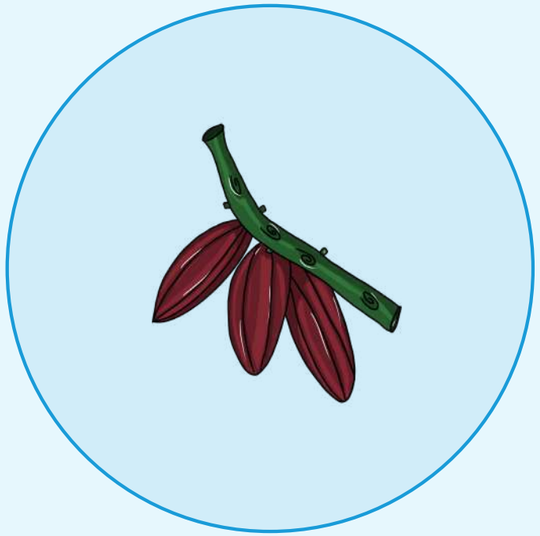
Sistema productivo de palma de aceite

Las plantaciones de palma de aceite se han establecido principalmente en terrenos que han sido utilizados para ganadería, es decir, amplios potreros en los que actualmente se siembran a distancias de 10mx10m en triangulo para obtener densidades de 115 palmas/ha. Estos espacios también son acondicionados con una red de canales de drenaje para su adecuado funcionamiento. Debido a los efectos de la enfermedad conocida como la pudrición del cogollo (PC), que afecta notablemente a la palma africana (*Elaeis guinensis*), actualmente se promueve la siembra de híbridos para evitar el impacto por esta enfermedad que sigue devastando cultivos en el país.

Los cultivos están concentrados hacia los municipios de Chigorodó y Carepa, en las cercanías de las vías principales y de la *Bioplanta Palmera para el Desarrollo S.A. (BPD S.A.).* Las fincas presentan superficies variables con siembras escalonadas, es decir, mientras algunos lotes están en producción otros lotes están siendo sembrados, y de ese modo el área con palma ha venido presentando un incremento paulatino en los últimos años. Este cultivo es manejado comúnmente por empresarios y por pequeños productores asociados que siembran áreas entre 3 y 4 ha cada uno. La asistencia técnica es ofrecida casi siempre por profesionales expertos de la zona (Gordon, 2019a).

Sistema productivo de cacao

El cultivo del cacao se caracteriza por hacer parte de sistemas agroforestales en la región, estos diseños permiten la existencia de otras especies que benefician su producción. Dadas las expectativas de mercados orgánicos, este sistema productivo es de baja intensidad en el uso de agroinsumos y los arreglos espaciales se adecuan fácilmente a las condiciones agroecológicas de la región. Los cultivos están distribuidos a lo largo y ancho de la región de Urabá, se destacan el piedemonte de la Serranía de Abibe y los municipios de Carepa, Chigorodó, Apartadó y Turbo donde existen numerosas asociaciones de cacaoteros.



Prácticas agropecuarias en la región

Con la caracterización de los siete sistemas agropecuarios descritos se identificaron 40 prácticas asociadas a su producción, 15 de estas prácticas presentan relación directa con las aguas subterráneas, es decir, el 37,5% de las prácticas agropecuarias representan una potencial amenaza directa para su contaminación. El 62,5% restante se asocian de manera indirecta con el acuífero.

Las prácticas agropecuarias identificadas como potencialmente contaminantes de las aguas subterráneas en el acuífero del Golfo de Urabá se resumen así:

- La mecanización agrícola.
- La construcción y manejo de los canales de drenaje.
- La aplicación de agua mediante sistemas de riego.
- La aplicación de fertilizantes sólidos y líquidos de síntesis química.
- La aspersión aérea y terrestre de plaguicidas.
- Los vertimientos de aguas residuales originadas en los procesos de poscosecha.
- La disposición de residuos contaminados.
- La disposición de las excretas animales.

5 GLOSARIO

Artrópodos: invertebrados que conforman el filo más numeroso del reino animal, hacen parte de este grupo los insectos, arácnidos, crustáceos y miriápodos. Pueden ser benéficos o limitantes en los cultivos y poblaciones de animales.

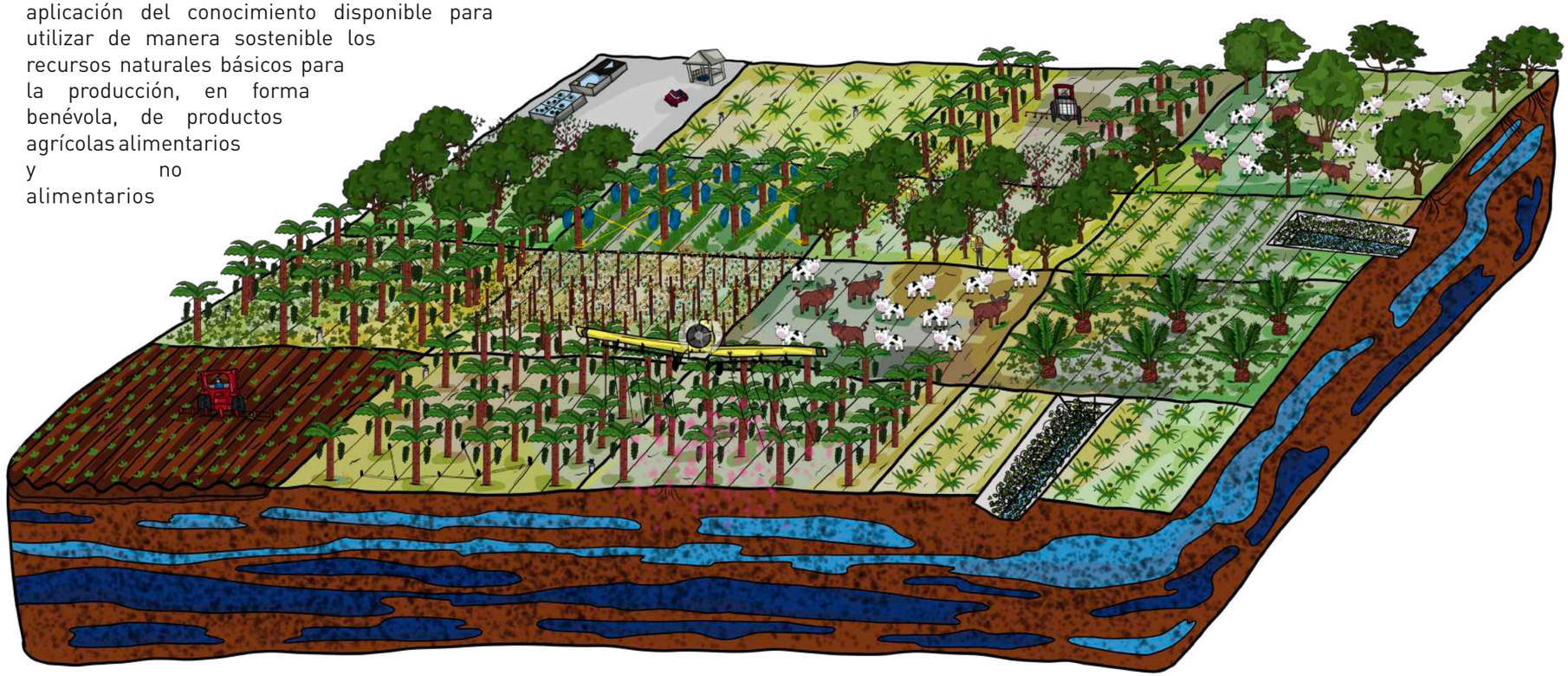
Arvenses: plantas de crecimiento espontáneo que conviven con los cultivos de interés comercial que cumplen diferentes funciones ecológicas.

Aspersión: es la acción de distribuir en un pequeño rocío las gotas de agua o de algún producto líquido uniformemente, simulando el efecto de la lluvia.

Buenas prácticas agrícolas: consiste en la aplicación del conocimiento disponible para utilizar de manera sostenible los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procura la viabilidad económica y estabilidad social.

Deriva: es la distancia horizontal a la cual son transportadas las gotas de una aspersión a partir del punto de aplicación.

Drenaje: es el conjunto de prácticas, obras o estructuras que se instalan o construyen en una parcela o finca, cuando existen excesos de agua en la superficie o en el perfil del suelo, con el objetivo de asegurar un contenido de humedad óptimo para la exploración radicular de las plantas y el acceso a nutrientes.



Fertilización: proceso que consiste en añadir a la tierra diversas sustancias con el fin de hacerla más fértil y útil para la población vegetal de interés agrícola. Puede realizarse con sustancias inorgánicas u orgánicas. También se usa la aplicación líquida de sustancias a las hojas de las plantas y se conoce con el nombre de fertilización foliar.

Fertiriego: es una técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través de un sistema de riego.

Manejo fitosanitario: son los métodos y técnicas para la prevención, control y eliminación o curación de las enfermedades de las plantas, procurando la estabilidad y bienestar de los cultivos.

Manejo poscosecha: son las acciones realizadas luego de la cosecha para la comercialización de los productos agrícolas.

Mecanización agrícola: proceso mediante el cual se incorporan diferentes tipos de máquinas, equipo y herramientas en los procesos agrícolas en busca de mayor eficiencia productiva.

Plaguicidas: comprende todos los productos utilizados para destruir las plagas o controlarlas. En la agricultura, se utilizan herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematicidas y rodenticidas.

Revolución verde: consiste en un conjunto de tecnologías integradas por componentes materiales, como las variedades de alto rendimiento mejoradas, el riego o el abastecimiento controlado de agua, la mejora del aprovechamiento de la humedad, los fertilizantes, plaguicidas y las correspondientes técnicas de gestión.

Riego: es un procedimiento que consiste en suministrar agua de manera artificial a los cultivos para garantizar sus requerimientos hídricos.

Sistemas silvopastoriles: es un sistema de producción que combina en el mismo espacio varios estratos de plantas destinadas a la alimentación animal, forajeras como gramíneas y leguminosas rastreras, con arbustos y árboles que puedan ser forrajeros, frutales, maderables o de usos complementarios.

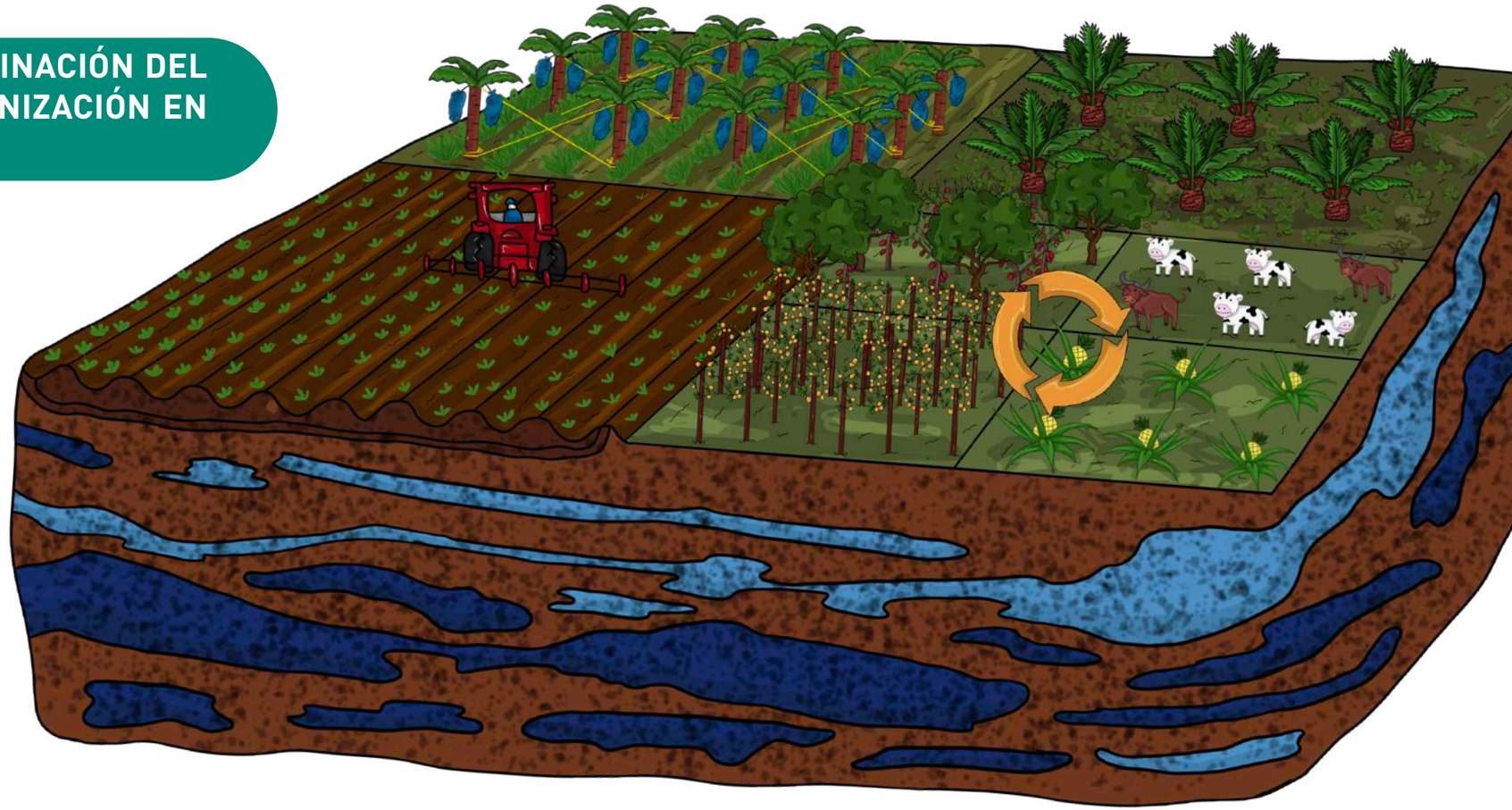
Unidad de suelos: porción de la superficie de la corteza terrestre que tiene cierto grado de homogeneidad topográfica y climática, así como en los suelos que la componen o, por lo menos, en las características que más se relacionan con las posibilidades y los limitantes de uso que estos tienen.

6 MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO POR LABORES DE MECANIZACIÓN EN LA PREPARACIÓN DE LOS SUELOS

Implementación de labranza de conservación

La labranza de conservación considera la permanencia en la superficie del suelo de al menos el 30% de los residuos de cosecha hasta la próxima siembra, para conservar el suelo y el agua. Se utiliza labranza vertical con implementos como cinceles para no invertir los horizontes del suelo.

Beneficio: disminuye el impacto sobre las características hidráulicas del suelo y el consumo de agua subterránea, ya que el suelo incrementa su capacidad de retención de agua. Se reducen las pérdidas por escorrentía evitando así el arrastre de contaminantes derivados de fertilizantes, pesticidas, residuos contaminados, aguas residuales y excretas animales.



Diseño e implementación de barreras vivas

Son hileras simples, dobles o triples de especies vegetales preferiblemente perennes y de crecimiento denso, sembradas en terreno a diferentes distancias. Teniendo en cuenta que la mayoría de los sistemas productivos agrícolas en la región, dependen de los sistemas de drenaje, es recomendable implementar esta práctica en los bordes de los canales de drenaje.

Beneficio: se evitan las pérdidas por escorrentía superficial, lo que evita el arrastre de contaminantes derivados de fertilizantes, pesticidas, residuos contaminados, aguas residuales y excretas animales.

Implementación de la rotación de cultivos

La rotación de cultivos es una técnica agrícola que consiste en alternar, en una misma área, cultivos con diferentes necesidades nutricionales.

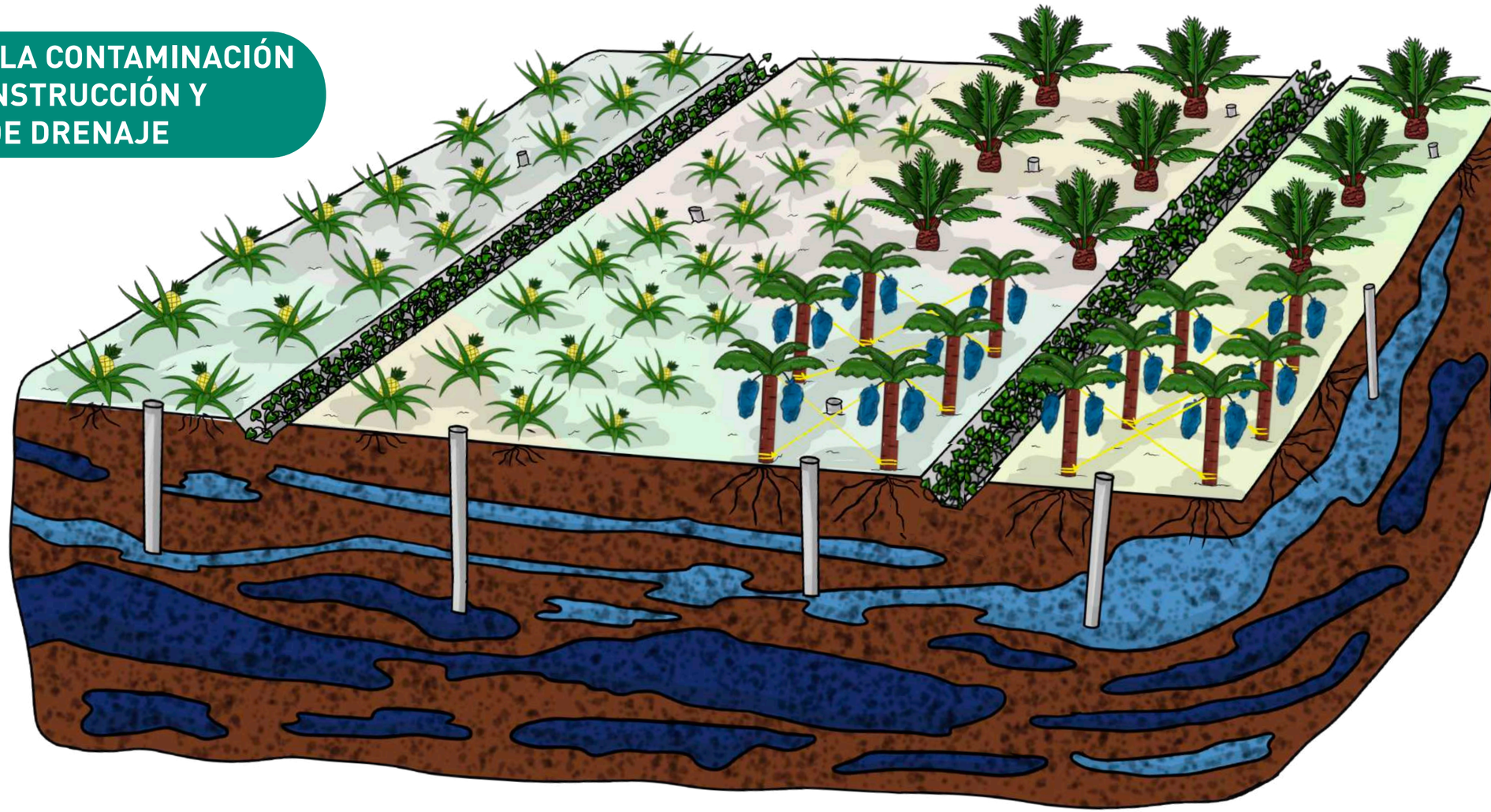
Beneficio: reduce el empobrecimiento de los suelos y contribuye con la disminución en el uso de fertilizantes. Al incrementar la variabilidad genética se disminuyen los problemas fitosanitarios, así se reduce el uso de plaguicidas, lo que representa menor probabilidad de contaminación por estos agentes.

Implementación de cultivos de cobertura

Se define como una cobertura vegetal viva que cubre el suelo de forma temporal o permanente. Por sus aportes nutricionales, se considera que el grupo de las leguminosas son una excelente opción.

Beneficio: protección ante la pérdida de humedad en épocas secas, ya que reducen significativamente la evaporación del agua y mejoran las tasas de infiltración a través del desarrollo de sus raíces, proporcionando así canales a las capas sub-superficiales del suelo.

7 MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO POR CONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE CANALES DE DRENAJE



Construcción de canales de drenaje con criterios de agricultura por sitio específico

La construcción de canales debe considerar la tipificación de los suelos, esto significa identificar las unidades de suelos que conforman las fincas. Se inicia con el análisis de información climática y topográfica del sitio y de los parámetros netamente físicos del suelo como textura, densidad aparente, curvas de retención de humedad, capacidad de infiltración, conductividad hidráulica y medición de los niveles de las aguas freáticas .

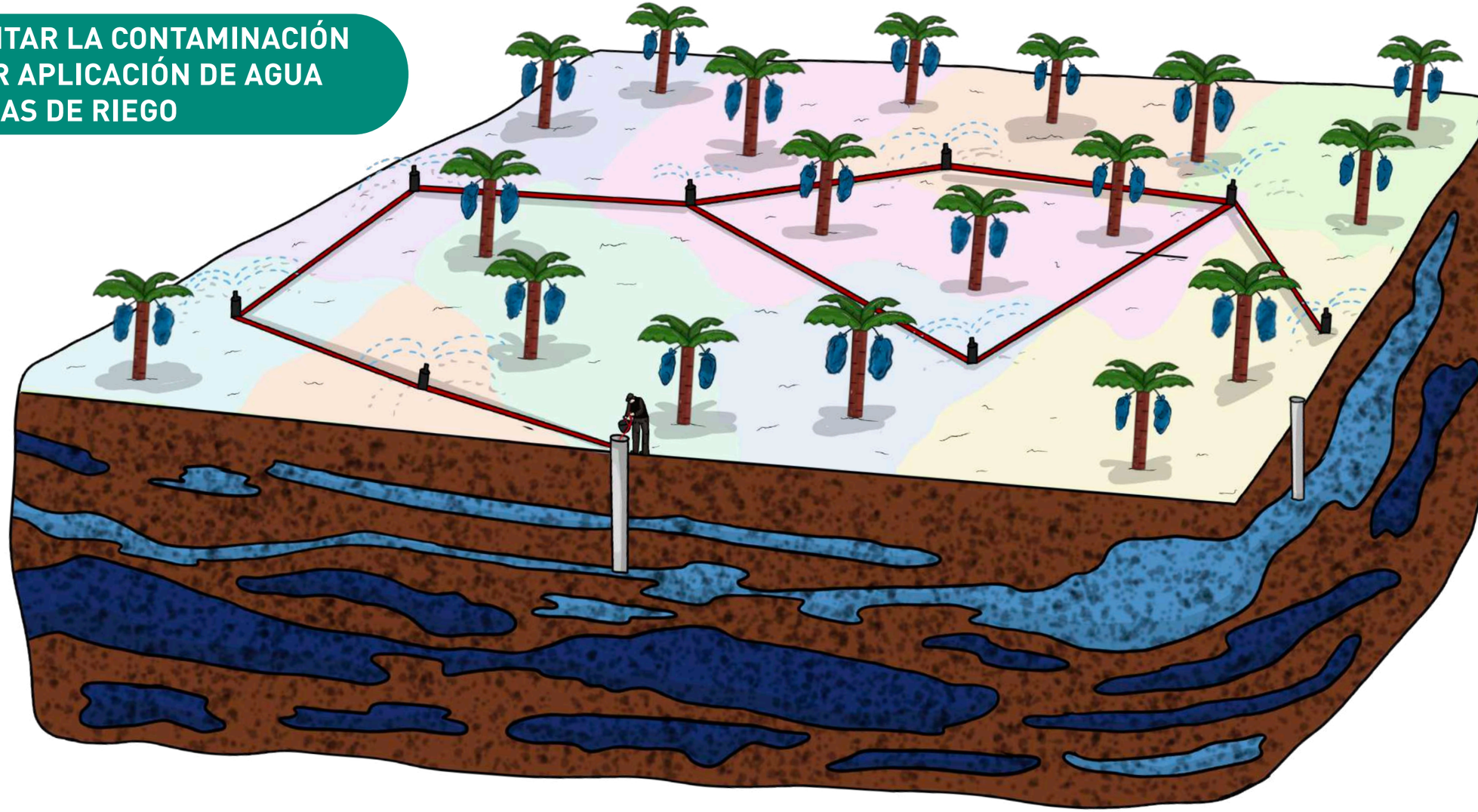
Beneficio: contribuye con la disminución de pérdidas de agua subterránea de los niveles someros y puede reducir la entrada de contaminantes al acuífero debido a que, la base o plantilla de los canales puede estar menos profunda.

Manejo de canales con coberturas vivas

Es una práctica agrícola que consiste en mantener los canales de drenaje vegetados. Se recomienda la siembra de algunas especies vegetales de acuerdo con el tamaño de los canales.

Beneficio: protege de la contaminación a las aguas que fluyen a través de los canales de drenaje y que posteriormente llegarán al acuífero. Los agentes contaminantes son originados por la deriva generada por las fumigaciones aéreas, el lavado de fertilizantes y plaguicidas en los campos de cultivo, y el vertimiento de aguas residuales.

8 MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO POR APLICACIÓN DE AGUA MEDIANTE SISTEMAS DE RIEGO

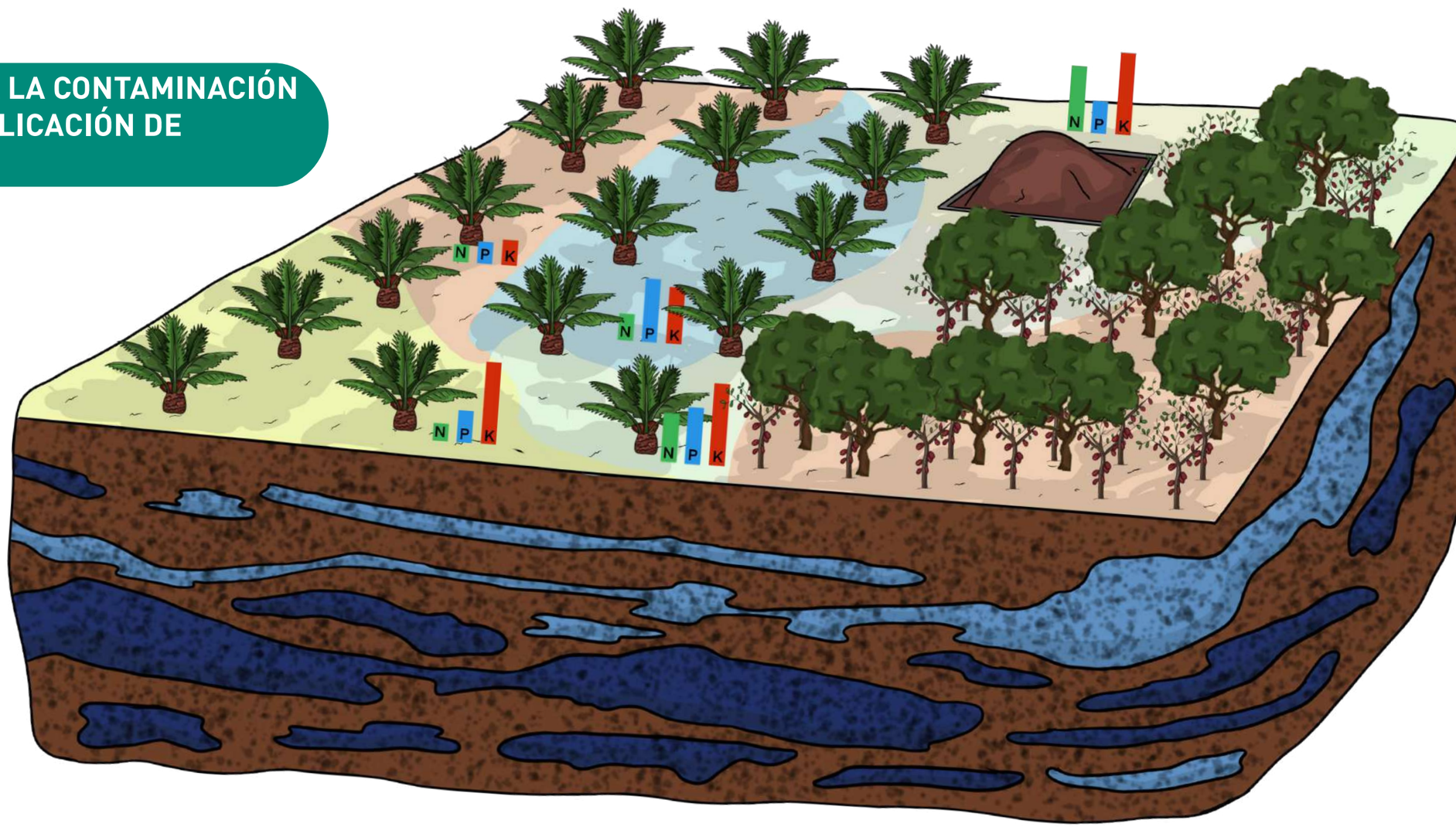


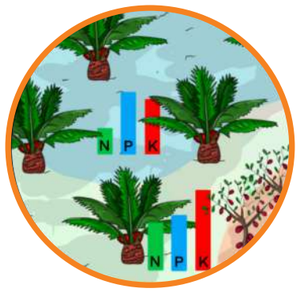
Implementación de riego con criterios de agricultura por sitio específico

Sugiere la optimización en el uso del agua subterránea que se extrae para la irrigación de algunos cultivos, la determinación de los tiempos de riego requeridos por los cultivos y la aplicación de las láminas de agua apropiadas en cada sitio donde se cultiva.

Beneficio: reduce las pérdidas de agua por lixiviación y evaporación. Reduce la entrada de sustancias contaminantes como fertilizantes y restos de plaguicidas a las aguas subterráneas.

9 MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO POR APLICACIÓN DE FERTILIZANTES





Manejo de la nutrición vegetal con criterios de agricultura por sitio específico

La práctica agronómica de la fertilización se efectuará de acuerdo con las condiciones del sitio donde se cultiva. Esto requiere que los agricultores conozcan lo mejor posible el suelo de su finca. El procedimiento es el siguiente:

- Realizar un muestreo de suelos intenso y cuidadoso.
- Diseñar mapas donde se muestre la variabilidad de los suelos.
- Elaborar los planes de fertilización para cada sitio.

Beneficio: reduce la contaminación de las aguas subterráneas por lixiviación de sales presentes en los suelos, lo cual es altamente probable en épocas de intensas lluvias agravado, aún más, cuando se presenta sobredosificación de productos.

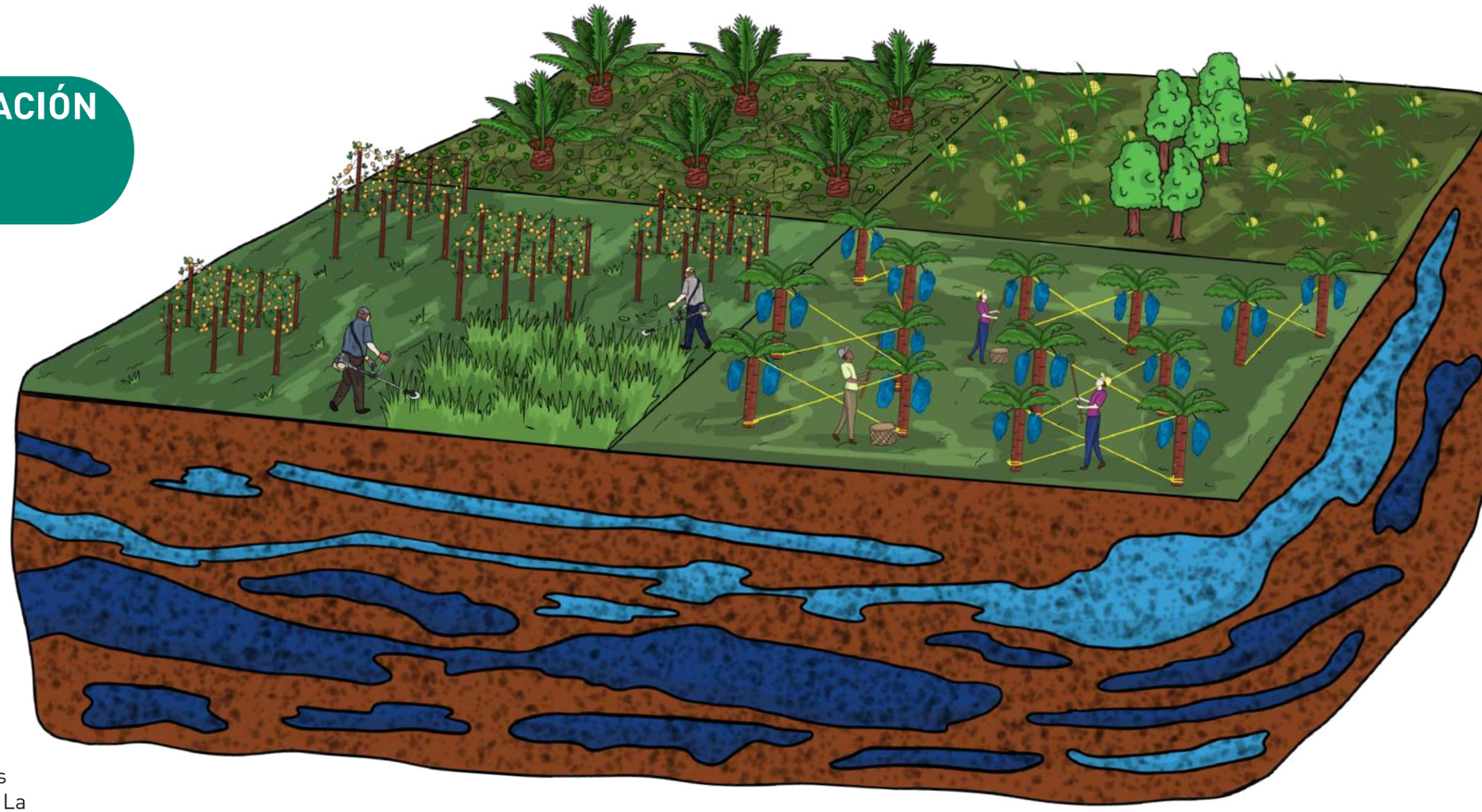
Implementación de planes de biofertilización

Se trata de la planificación de la fertilización de cultivos mediante el aprovechamiento óptimo y responsable de microorganismos del suelo y productos de origen biológico o natural:

- Uso de microorganismos benéficos.
- Uso de abonos verdes.
- Uso de compostaje.

Beneficio: se reduce la aplicación de agroquímicos y su acumulación en el suelo. De ese modo, se contribuye con la reducción de la contaminación de las aguas subterráneas por exceso de sales, especialmente nitratos, cloruros, sulfatos entre otros.

10 MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO POR APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS



Manejo ecológico de arvenses

La práctica consiste en implementar una cobertura vegetal viva para cubrir el suelo de forma temporal o permanente. Se refiere a un proceso físico, que implica la remoción o reducción de alguno de los factores de crecimiento de las arvenses como luz, agua, nutrimentos, CO_2 o espacio. Por sus aportes nutricionales, se considera que el grupo de las leguminosas son una excelente opción.

Beneficio: disminuye la escorrentía superficial y la evaporación del agua, favorece la infiltración, sirve como abono verde para mejorar la nutrición de los cultivos por medios biológicos y, además, protege al suelo de la entrada directa de plaguicidas usados en los cultivos. Reduce la contaminación de las aguas subterráneas por el efecto del lavado de residuos de herbicidas.

Manejo mecánico de arvenses

Es el manejo que se realiza utilizando herramientas manuales como el machete, el azadón, la gambia y la guadañadora. La recomendación principal consiste en mantener la biomasa desyerbada sobre el suelo para que actúe a manera de manta o acolchado, lo que su vez genera temporalmente, la competencia por luz sobre las semillas de arvenses que están en el suelo retrasando su germinación.

Beneficio: la implementación de esta práctica de manejo evita la contaminación de las aguas subterráneas toda vez que se suprime el uso de herbicidas, cuya residualidad constituye amenaza latente ante su aplicación en dirección perpendicular al suelo.

Intensificación de las labores culturales para manejo de fitopatógenos

Hace referencia a una adecuada y oportuna aplicación de las prácticas de manejo del cultivo, con el propósito de mantener muy bajos los valores de incidencia y severidad de fitopatógenos y herbívoros en los cultivos.

Beneficio: muchas prácticas que se realizan en los sistemas productivos tienen una relación indirecta con la contaminación de las aguas subterráneas, es decir, que si se hacen de forma inadecuada se deberán emplear más cantidades de plaguicidas y productos contaminantes, mientras que, si estas prácticas se hacen de forma adecuada se disminuye significativamente el uso de estas sustancias, disminuyendo la potencial amenaza de contaminación.

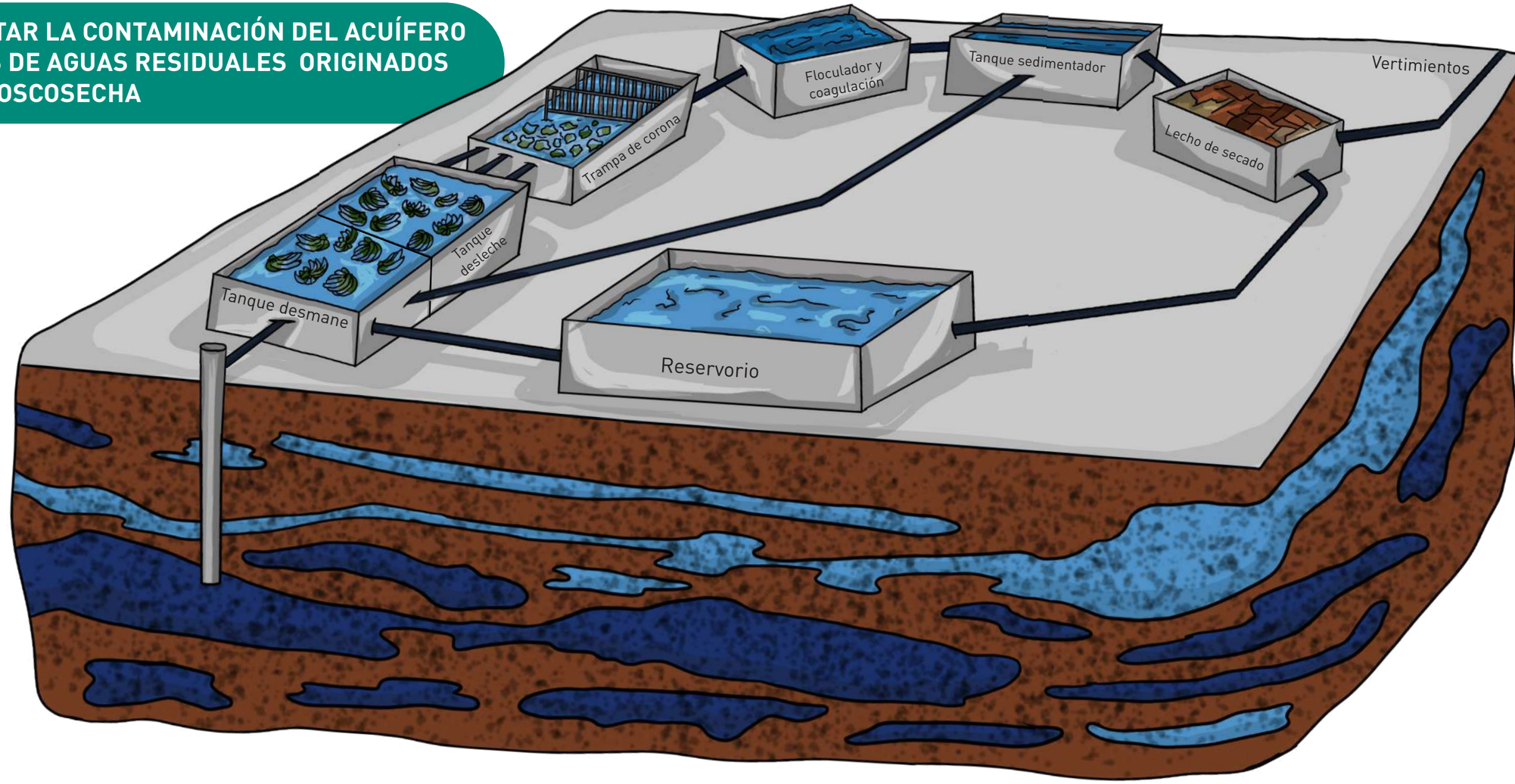
Disminución del uso de insecticidas sintéticos

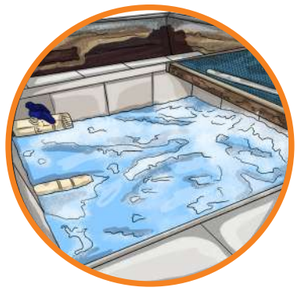
Para disminuir el uso de insecticidas sintéticos se puede acudir a las siguientes tácticas:

- Uso de variedades o cultivares tolerantes.
- Uso de cultivos trampa.
- Implementación de corredores biológicos.
- Introducción de poblaciones de controladores biológicos.
- Uso de productos biológicos a base de entomopatógenos.
- Uso de trampas de luz y adherentes.

Beneficio: previene los cambios en la calidad del agua. Previene de situaciones que pueden resultar en vertimientos o aplicaciones inadecuadas que pueden producir contaminaciones locales del agua subterránea. Los casos de contaminación se pueden producir cuando se aplican cantidades importantes de plaguicidas a zonas donde el nivel freático está poco profundo o los suelos muy porosos.

11 MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO POR VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES ORIGINADOS EN PROCESOS DE POSCOSECHA

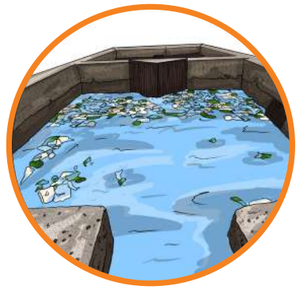




Tratamiento de aguas residuales

Construcción de sistemas de tratamiento con un diseño adecuado a las características propias de cada una de las fincas, según los lineamientos del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Beneficio: se evita que grandes contenidos de materia orgánica y otros elementos contaminantes como metales pesados, nitrógeno, alumbre, fungicidas, entre otros, lleguen a las aguas subterráneas vía lixiviación.

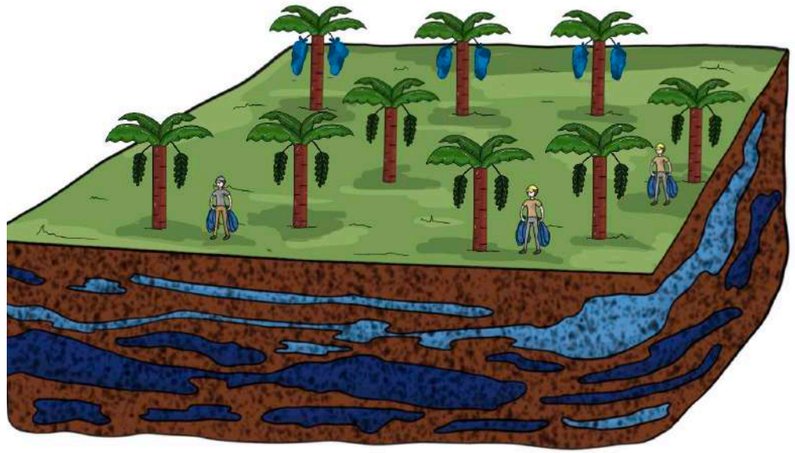


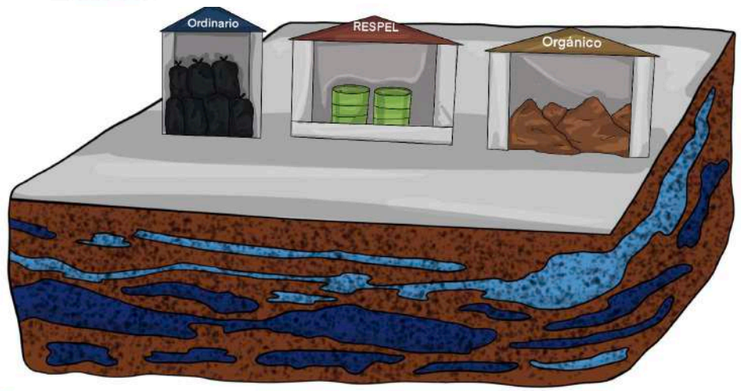
Recirculación del agua

El agua resultante de lavar las frutas en los tanques, pasa a la planta de recirculación donde se dan procesos de coagulación, floculación y sedimentación. El agua clarificada se recolecta en una canaleta para ser conducida al pozo de bombeo, donde se desinfecta y se lleva nuevamente al proceso de lavado de fruta.

Beneficio: se reducen las presiones realizadas sobre el acuífero, tanto en términos de cantidad como de calidad. Se disminuye además, los vertimientos que generalmente van a corrientes de agua que tienen relación directa con el acuífero y sobre el suelo produciendo contaminación mediante la infiltración.

12 MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO POR DISPOSICIÓN DE RESIDUOS CONTAMINADOS





Recolección de residuos contaminados

Evitar dejar en campo los residuos sólidos y líquidos contaminados que se han generado en los procesos productivos. Los envases de agroquímicos, bolsas plásticas, empaque de fertilizantes y medicamentos utilizados en los procesos productivos, deben también retirarse de las zonas de cultivo.

Almacenamiento de residuos contaminados

Guardar en un sitio aparte y restringido los residuos contaminados hasta entregarlos al representante de la empresa que recoge este tipo de residuos, o a quienes promueven esta actividad en el país. Este sitio de almacenamiento debe ser un lugar impermeable, aislado de la intemperie. Los implementos utilizados en el cultivo que estén impregnados con estas sustancias, deben estar también almacenados bajo estas condiciones evitando la lixiviación hacia el acuífero.

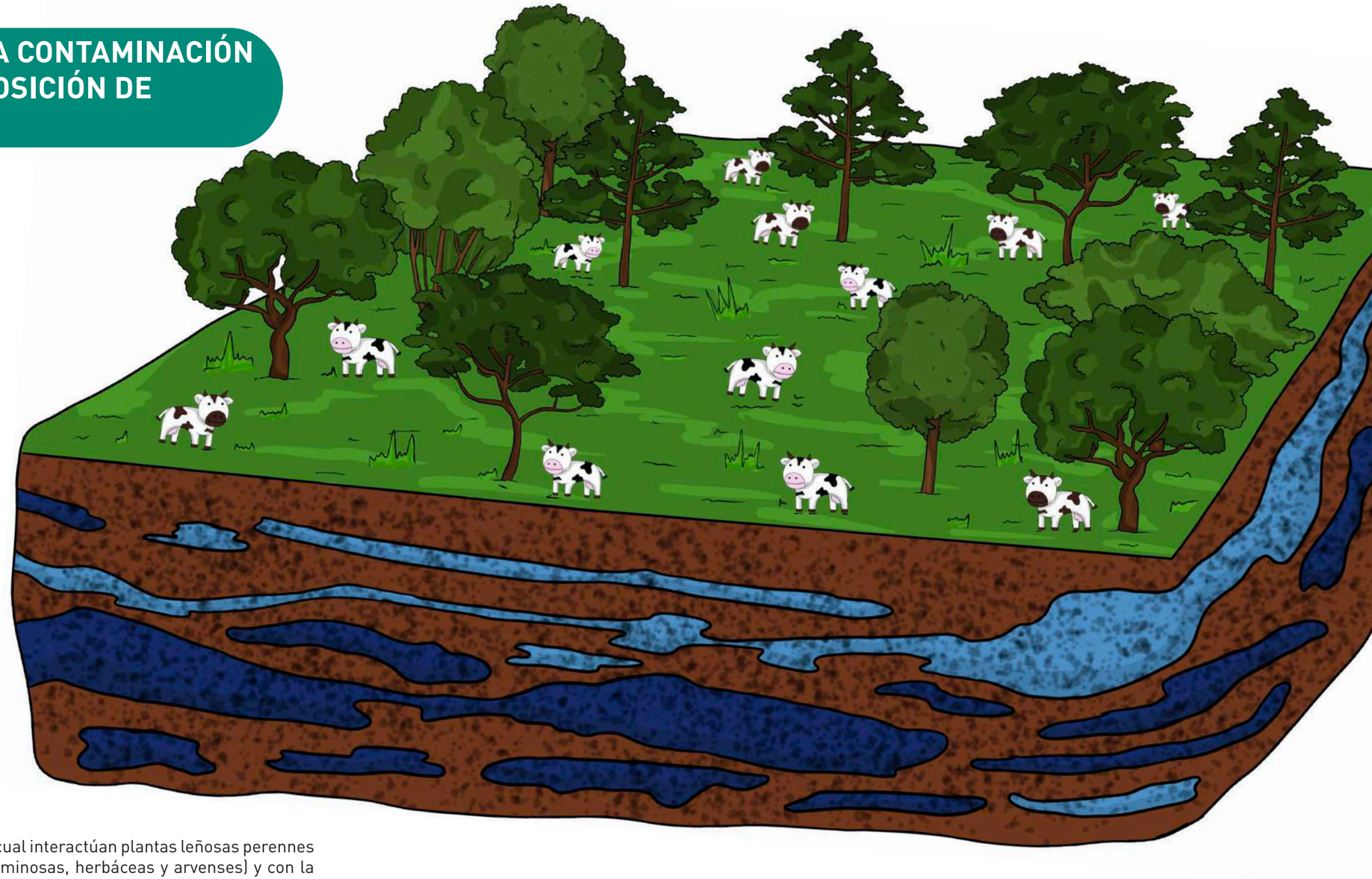
Disposición de residuos contaminados

No mezclar residuos contaminados con residuos ordinarios. Aquellos deben ser entregados a las empresas autorizadas para su manejo y disposición. Las bolsas y las cintas serán entregadas a las empresas recicladoras que se encuentran avaladas por CORPOURABÁ. Se debe solicitar a las empresas autorizadas un certificado de disposición de estos residuos peligrosos.

Beneficio:

La oportuna recolección, el apropiado almacenamiento y la adecuada disposición de residuos sólidos y líquidos contaminados, garantiza que no se produzca la contaminación del acuífero debido al lavado de envases, bolsas y equipos usados para las aplicaciones, bien sea por eventos naturales como la precipitación o por actividades realizadas por operarios como parte del proceso productivo.

13 MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO POR DISPOSICIÓN DE EXCRETAS ANIMALES



Implementación de sistemas silvopastoriles (SSP)

Los SSP son un tipo de sistema agroforestal simultáneo en el cual interactúan plantas leñosas perennes (árboles o arbustos), con herbáceas o volubles (pastos, leguminosas, herbáceas y arvenses) y con la presencia de animales domésticos.

Beneficio: promueve el desarrollo de la fauna edáfica que tiene un papel preponderante en la descomposición de las excretas; con ello disminuye la lixiviación de Nitrógeno y residuos de antibióticos presentes en las excretas. Contribuye con la disminución en el uso de herbicidas, insecticidas, antibióticos y promotores de crecimiento debido al asocio de cultivos que incrementan la presencia de enemigos naturales que controlan garrapatas, moscas, parásitos entre otros.

14 REFLEXIÓN FINAL

No cabe duda que la agricultura que se desarrolla en la región de Urabá presenta características que le otorgan una gran aceptación socio económica, puesto que la generación de empleo contribuye de manera considerable con el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de este territorio.

También es cierto que, desde una perspectiva ambiental, se requiere de esfuerzos articulados entre los sectores productivos y la gestión ambiental en el territorio para compatibilizar el desarrollo sostenible con las diferentes formas de producción. En un entorno natural donde la diversidad define la identidad de la región biogeográfica, convoca a reflexionar acerca de la forma como se debe dar el crecimiento socio económico, de tal manera que haya armonía entre la diversidad de ecosistemas y culturas que coexisten en este territorio.

Queda claro que existen actividades agropecuarias que impactan las aguas subterráneas. Sin embargo, existe un compromiso de los sectores por trabajar de manera mancomunada y buscar proyectos de producción sostenible, que incorporen buenas prácticas para mejorar y mitigar los impactos generados por la contaminación y afectación de las tasas de renovabilidad del acuífero. En el mismo orden de ideas, se requiere mayor investigación básica y aplicada para conocer el nivel de residualidad e impacto de los agro insumos utilizados en las diferentes etapas de los procesos productivos en las aguas subterráneas.

A la luz de estas consideraciones -es claro y ha sido ampliamente probado- es necesario tener en cuenta que existen umbrales o puntos a partir de los cuales los sistemas no pueden volver a ser lo que eran. Esto significa, que su funcionamiento podría requerir de mucho gasto energético, lo cual conlleva a inversiones que les pueden hacer económicamente insostenibles.

Finalmente, la adopción de buenas prácticas de manejo agrícola y pecuario, que hagan lectura del medio biofísico con sólidas bases técnico – científicas, y la potenciación de sistemas productivos acordes con las características ecológicas de la región, redundarán en la adecuada gestión de los recursos y en la adaptación a formas de producción sostenible y menos vulnerables acordes a lo planteado en el plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2022 "Conservar produciendo y producir conservando".

¡Te importaría decirme, por favor, qué dirección debo tomar desde aquí? – preguntó Alicia. – Eso depende en gran medida de adónde quieres llegar – dijo el gato.
(Lewis Carroll. Alicia en el País de las maravillas)

15 REFERENCIAS

AUGURA, (2017). Coyuntura bananera. Medellín, Colombia.

FAO, (1996). Enseñanzas de la revolución verde: hacia una nueva revolución verde. Disponible en: http://www.fao.org/3/w2612s/w2612s06.htm.

FAO, (2017). La Alimentación y La Agricultura. 40 pp.

Gliessman, S. (2002). Agroecología. Procesos ecológicos en Agricultura Sostenible. Turrialba. 380 pp.

González, C., Alonso E., Mora, M., Betancourt. A., Uscanga, M. (2017). Modos de Producción Agrícola y Conservación de la Biodiversidad en México. *Biodiversitas,* 132: 1–6.

Gordon, A. (2019a). Comunicación personal mediante entrevista semiestructurada concedida en febrero para la caracterización del cultivo de palma de aceite.

Gordon, A. (2019b). Comunicación personal mediante entrevista semiestructurada concedida en febrero para la Caracterización del Sistema Productivo de la Maracuyá.

Jimenez, N. (2019). Comunicación personal mediante entrevista semiestructurada concedida el 8 mayo para la caracterización del cultivo de maracuyá. Urabá, Antioquia.

MADS, Fondo de Adaptación, CORPOURABA, & UT POMCA río Turbo - Currulao. (2018). *Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrografica del río Turbo.* Apartadó, Antioquia.

Maroto, M. (1998). La Historia de la Agronomía. Una visión de la evolución histórica de las ciencias y técnicas agrarias. 371 pp.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia. (2017). *Evaluaciones Agropecuarias por Concenso.* Medellín.

Vélez, L., & D´Angello, C. (1997). Gestión de Recursos Vulnerables y Degradados. En *Libro Verde. Elementos para una política agroambiental en el cono sur* (pp. 77–116). Montevideo.

Universidad de Antioquia y CORPOURABA, (2016). Plan de Manejo Ambiental de Acuífero del Golfo de Urabá. Medellín, Colombia.

Universidad de Antioquia y CORPOURABA, (2019). Informe final - Tomo II: Medidas para la explotación y control de la contaminación de las aguas subterráneas en el sistema acuífero del Golfo de Urabá por la actividad agrícola y pecuaria. Medellín, Colombia.

Notas

Notas

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería
CORPOURABA
Desde el páramo hasta el mar

Redes sociales Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia

ingenieria.udea.edu.co

facebook.com/facultadingenieriaudea

Redes sociales de CORPOURABA

corpouraba.gov.co

facebook.com/carcorpouraba

twitter.com/carcorpouraba

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Ingeniería

CORPOURABA
Desde el *páramo* hasta el *mar*

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Facultad de Ingeniería

CORPOURABA

Desde el páramo hasta el mar